تحلیل فراوانی منطقه ای سیلاب به روش هیبرید در شرق و شمال شرق ایران[۱و۲]

محسن محسنی ساروی [۳] حامد روحانی[۴] عبدالرسول تلوری [۵] غلامرضا زهتابیان[۶]

چکیده

یکی از روش‌ها در تحلیل منطقه‌ای سیلاب در مناطق خشک و نیمه خشک روش هیبرید است. این روش برای غلبه بر مشکلات کمبود آمار در منطقه‌ها با تعداد ایستگاه‌های هیدرومتری کم و یا نبود آمار کافی در ایستگاه‌ها، مناسب است. هدف از این تحقیق آزمون روش هیبرید برای برآورد دبی اوج در شرق و شمال شرق ایران است که برای ارزیابی روش یادشده از روش سیل شاخص استفاده شده است. با انتخاب بهترین تابع توزیع منطقه ای(توزیع لوگ پیرسون) مقدارهای دبی بیشینه لحظه‌ای با دوره برگشت‌های مختلف برآورد شد. با به‌کار بردن تجزیه تحلیل عاملی متغیرهای مستقل و با اهمیت تعیین شدند. این متغیرها شامل مساحت، ارتفاع متوسط، تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه است. مناطق همگن هیدرولوژیک در روش سیل شاخص با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای تعیین شد. سپس دو دسته مدل برای کل منطقه و مدل‌هایی برا ی منطقه‌های همگن ارائه گردید.

در روش هیبرید گروه‌بندی بر اساس مساحت به سه گروه همگن تقسیم شد. سپس مدل‌های منطقه‌ای سیلاب طبق روش هیبرید تعیین شد. در مرحله بعد برای بررسی اعتبار دو روش هیبرید و سیل شاخص، آزمون خطا انجام گرفت، مقایسه، نشان داد فقط در ایستگاه فریزی در دوره بازگشت بالاتر از ده سال، روش سیل شاخص از روش هیبرید دقت بیشتری دارد ولی در دو ایستگاه شش طراز و شصت دره، روش هیبرید نسبت به روش سیل شاخص در تمامی دوره بازگشت‌ها دقت بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: *شرق وشمال شرق ایران، روش هیبرید، سیل شاخص، مناطق همگن، تجزیه و تحلیل عاملی، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای.*

---

[۱]- تاریخ دریافت: ۸۰/۱۱/۲۴ تاریخ تصویب نهایی: ۸۲/۲/۲۲

[۲]- این طرح با حمایت های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

[۳]- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (E-mail: saravi@nrf.ut.ac.ir)

[۴]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابانزدایی دانشگاه تهران

[۵]- دانشیار پژوهشی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

[۶]- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

مقدمه

برآورد دبی اوج در منطقه‌هایی با آمار محدود یا بدون آمار یکی از مسایل مهم در مدیریت منابع آب و طراحی سازه‌های آبی است. یک مسأله اساسی در تحلیل منطقه‌ای سیلاب در روش‌های مرسوم، نیاز به برون‌یابی برای تخمین دبی‌های با دوره بازگشت بزرگتر است که بر اساس روابط منطقه‌ای صورت می‌گیرد که این مسأله خود می‌تواند منشأ خطای بزرگی شود. این خطا در روش هیبرید با ترکیب آمار ناقص ایستگاه‌های همجوار و همگن که با استفاده از فاکتورهای مؤثر بر دبی سیلاب استاندارد شده‌اند، تا حدودی کاهش می‌یابد. داده های بزرگ و کوچک با هم ترکیب می شوند و آمار مرکب پایداری تولید می‌شود و باعث می‌شود برازش توزیع‌های آماری بهتر صورت گیرد.

در رابطه با تحلیل منطقه‌ای سیلاب مطالعات زیادی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به بعضی اشاره نمود. جالمارسون(۱۹۹۰) برای اولین بار روش هیبرید را برای مطالعه روابط منطقه‌ای سیلاب در جنوب غربی ایالت متحده به‌کار برد، در این روش روابط منطقه‌ای سیلاب براساس عوامل سطح و ارتفاع تعیین شدند. پتی لایک (۱۹۹۴) به‌منظور بررسی روابط بین جریان‌های بیشینه، بارندگی و عوامل سطح حوضه، مطالعه‌ای در پنج منطقه کوهستانی در غرب آمریکا انجام داد، نتیجه گرفت که سطح حوضه و متوسط سالانه بارندگی از مهمترین عوامل می باشند. هنربخش (۱۳۷۴) آنالیز منطقه‌ای سیلاب را به دو روش سیل شاخص و رگرسیون چندگانه در حوزه های آبخیز دریاچه نمک انجام داد و به این نتیجه رسید که فقط در دوره بازگشت صد ساله، روش رگرسیون چندگانه دقت بیشتری دارد. آنالیز منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید توسط چاوشی(۱۳۷۸)، نجاتی(۱۳۷۸)و سیف(۱۳۸۰) در مناطق مختلف ایران مطالعه شده است. هدف از این مطالعه بررسی و کارایی روش هیبرید در برآورد دبی‌های پیک سیلابی مناطق خشک و نیمه‌خشک و مقایسه روش هیبرید با روش مرسوم شاخص سیلاب در شرق و شمال شرق ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شرق و شمال شرق ایران بین مختصات جغرافیایی ′۱۲ °۵۶ تا ′۱۱ °۶۱ طول شرقی و ′۴۹ °۳۴ تا ′۱۶ °۳۸ عرض شمالی واقع است. قسمتی از سه زیر حوضه اصلی اترک، کشف رود- هیرمند و کویر نمک در آن واقع شده است. حوزه رودخانه اترک دارای بارش بین ۲۵۰-۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد. از دید کلی این حوضه از نظر آب وهوایی نیمه خشک ارزیابی می‌شود. حوزه آبخیز کشف رود - هیرمند ناحیه‌ای کوهستانی و کم ارتفاع است که در سیستم طبقه‌بندی دو مارتن اصلاح شده واجد اقالیم فرا خشک تا خیلی مرطوب نوع (ب) می‌باشد. حوزه آبخیز کویر نمک در سیستم طبقه‌بندی دومارتن اصلاح شده واجد اقالیم فرا خشک تا مرطوب نوع (ب) می‌باشد و اقلیم غالب منطقه اقلیم خشک می‌باشد.

بازسازی و تطویل آمار

ابتدا همگنی داده‌های دبی پیک با استفاده از آزمون ران تست (در مورد ایستگاه‌های منتخب) بررسی و اطمینان حاصل شد که داده‌ها همگن هستند. سپس برای روش سیل شاخص، دوره آماری۲۳ساله، ازسال آبی۵۴-۱۳۵۳ تا ۷۷-۱۳۷۶ که در آن آمار ایستگاه‌ها بیشترین مقدار و به زمان حال نزدیکتر بوده است، به عنوان دوره مشترک آماری انتخاب شد. نقص‌های آماری ایستگاه‌ها به روش همبستگی یا روش نسبت نرمال با ایستگاه‌های مجاور انجام پذیرفت.

آنالیز فراوانی سیلاب

براساس داده‌های دبی بیشینه لحظه‌ای دبی‌های حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت‌های بین ۲ تا سال۱۰۰ در هر یک از ایستگاه‌ها برای هفت توزیع نرمال، لوگ نرمال دو و سه پارامتره، گامای دو پارامتره، پیرسون و لوگ پیرسون نوع سوم و توزیع گامبل نوع یک تعیین و با استفاده از آزمون میانگین انحراف نسبی توزیع غالب منطقه ، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم انتخاب گردید.

تعیین مناطق همگن

تعیین مناطق همگن در روش سیل شاخص

اولین گام در تحلیل منطقه‌ای سیلاب تعیین مناطق همگن است. در روش سیل شاخص همگن بندی به روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای انجام گرفت (۹). ابتدا با اعمال روش تجزیه و تحلیل عاملی که روش مناسبی به‌منظور شناخت متغیرهای مستقل و با اهمیت می‌باشد، ۱۷ متغیر استخراج شده از حوضه‌های مورد مطالعه به چهار متغیر مساحت، ارتفاع متوسط حوضه، تراکم زهکشی و بارندگی متوسط سالیانه خلاصه شد، که ۸۷/۸۴ در صد واریانس را شرح می‌دهند. از این متغیرها در تفکیک منطقه‌های همگن هیدرولوژیک در روش سیل شاخص استفاده شد. برای تعیین گرو ه‌ها از روش خوشه‌ای استفاده شد. که در فاصله تشابه ۲،۱۹ گروه یا ۲ منطقه همگن حاصل می‌آید. حوضه‌هایی که در هر گروه قرار گرفتند به‌صورت زیر می‌باشند:

گروه همگن یک: درکش، شیرآباد، اریه، حطیطه، بیدواز، روئین، صنوبر، باغ عباسی، بردو، رادکان، موشنک، ارداک .

گروه همگن دو: کالسالار، ششطراز، بابا امان، دربند، قتلش، جاغرق.

مدل‌های برآوردی نیز در دو دسته مدل با توجه به متغیرهای حاصل شده از تجزیه و تحلیل عاملی ارائه شد، که شامل مدل‌هائی برای کل منطقه بدون در نظر گرفتن مناطق همگن و مدل‌هائی برای دو منطقه همگن یاد شده می‌باشد.

همگن بندی در روش هیبرید

در روش هیبرید همگن‌بندی بر اساس فرضیات زیر انجام می گیرد.

در روش هیبرید حداقل سه طبقه همگن برای انجام تحلیل منطقه‌ای سیل مورد نیاز است.

برای پرهیز از برون‌یابی و به منظور افزایش دقت در مدل‌های پیشنهادی، حداقل صد ایستگاه سال داده مشاهداتی در هر طبقه همگن مورد نیاز است. برای تقسیم‌بندی حوضه به مناطق همگن از مهمترین ویژگی فیزیوگرافی استفاده می‌شود.

بر اساس این فرضیات و رابطه (۱) گروه‌بندی بر اساس مساحت که مهمترین عامل هیدرولوژیکی است انجام گرفت.

$$J \le \frac{NF}{100} \qquad (۱)$$

در این رابطه j تعداد طبقات (کمترین مقدار j سه طبقه است) و NF تعداد کل داده‌های آماری در هر طبقه است.

منطقه مورد مطالعه بر اساس رابطه (۱) به سه گروه همگن بر اساس مساحت‌های کمتر از ۱۵۰ کیلومتر مربع، مساحت‌های بین ۵۵۰-۱۵۰ کیلومتر مربع و مساحت‌های بیشتر از ۵۵۰ کیلومتر مربع تقسیم شد. که گروه اول شامل ۱۷ ایستگاه و دارای ۲۴۶ سال آماری، گروه دوم شامل ۱۵ ایستگاه و دارای ۲۵۰ سال آماری، گروه سوم شامل ۱۷ ایستگاه و دارای ۲۵۲ سال آماری هستند. حوضه‌هایی که در گروه‌های همگن قرار گرفتند به‌صورت زیر هستند:

گروه اول: درکش، فاروب رومان، بار، نشیب، کمایستان، روئین، صنوبر، خروکمر، خرو- مجموع، طاغون، قلندرآباد، بردو، گلمکان، زشک، دهبار، طرق، کرتیان، گرنی.

گروه دوم: شی شی چای، بارزو، فیروزه، شیرآباد، بیدواز، روئین، فریمان، تیمنک، دادکان، فریزی، ارادک، جاغرق، لائین سو، ماه نساء، نیاز طبس.

گروه سوم: بابا امان، قتلیش، دربند، ایرقایه، قره قانلو، قلعه بربر، سنخواست، ششطراز، سنگرد، مشکان، خوشبخت، قائن، چهچهه، قوزقان چای، درونگر- محمد، ایرقایه، درونگر- سنگ.

مدل‌های منطقه‌ای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای

مدل‌های روش سیل شاخص

در این تحقیق روش سیل شاخص ابتدا در کل منطقه (۱۸ ایستگاه) و سپس برای دو منطقه همگن انجام شد. در روش شاخص سیل در کل منطقه پس از بررسی مدل رگرسیونی $Q_t=f(A)$ و مانده‌های اختلاف لگاریتم مشخص

شد که دو زیرحوزه باباامان و دربند با بقیه زیرحوضه‌های منطقه غیرهمگن هستند. بنابراین مدل $Q_t=f(A)$ بر اساس ۱۶ زیرحوضه یادشده به عنوان مدل نهایی در روش سیل شاخص به شرح زیر بدست آمد:

$Q_2=0.0365A-14.239$, $R^2=0.759$, $Se=24.473$ (۲)

در این روابط: Q_2 = دبی پیک با دوره بازگشت ۲ ساله؛ R^2 = ضریب تعیین؛ Se= خطای استاندارد تخمین هستند.

در گروه همگن یک با توجه به ۱۲ ایستگاه رابطه رگرسیونی بین مساحت و Q_2 ایستگاه‌ها نشان می دهد که این رابطه معنی‌دار نیست. مانده‌های اختلاف لگاریتم گویای این است که دو ایستگاه درکش و روئین با بقیه تفاوت زیادی دارند، لذا در روش سیل شاخص و نیز به‌دست آوردن مدل $Q_t=f(A)$ این دو ایستگاه از آنالیز رگرسیونی حذف و نهایتا مدل به شرح زیر ارائه می شود:

$Q_2=0.3379A+17.89$, $R^2=0.761$, $Se=6.468$ (۳)

همین مراحل برای گروه دو با شش ایستگاه انجام شد و مدل رگرسیونی برای این گروه به شرح زیر به دست خواهد آمد:

$Q_2=0.733A-38.271$, $R^2=0.830$, $Se=9.458$ (۴)

مدل‌های روش هیرید

این روش براساس روش ایستگاه- سال است که از تمام آمار در دسترس ایستگاه‌ها برای غلبه بر مشکلات کمبود آمار استفاده می شود. مدل مورد استفاده در این روش به شکل زیر است :

$$Q_T = aA^{\,b}B^{\,c}C^{\,d}\ldots \qquad (۵)$$

برای به‌دست آوردن مدل، در مرحله اول سطح حوضه (مهمترین پارامتر) یا A به عنوان نخستین عامل انتخاب شد و سایر پارامترها (بارندگی، ارتفاع، ...) برابر یک در نظر گرفته شدند. در نتیجه مدل به صورت $Q_T=A^b$ تبدیل شد. برای وارد کردن A در مدل نخست میانگین وزنی سطح حوضه را در هر طبقه طبق رابطه (۶) استاندارد شده و در اولین تکرار مقدار b معادل یک در نظر گرفته شد، و به این ترتیب در هر طبقه یک آمار مرکب و درازمدت استاندارد شده جهت تحلیل منطقه‌ای سیلاب به دست آمد.

$$\overline{A_i} = anti\log\left[\frac{\sum_{j=1}^{h}\sum_{k=1}^{h}\log Aijk}{gh}\right] \qquad (۶)$$

در این رابطه :

$\overline{A_i}$ = میانگین وزنی سطح حوضه در هر طبقه i، A_{ijk} = میانگین وزنی سطح حوضه در طبقه i و در ایستگاه j و در ایستگاه- سال i :تعداد طبقات(J. (1,2,...f, k :تعداد سال‌ها در طبقه j ام ((J=1,2, . و K: تعداد سال‌های آماری در ایستگاه j ام می‌باشد (1,2, h). سپس براساس توزیع لوگ پیرسون نوع سوم (توزیع غالب منطقه) سیلاب‌های با دوره برگشت ۱۰۰، ۵۰، ۲۰، ۱۰، ۵، ۲ ساله در هر طبقه استخراج شد. مقادیر به‌دست آمده S_{ijk} نامیده می شوند. حال به منظور تعیین دبی حداکثر لحظه‌ای t ساله در هر طبقه (مقادیر Q_{ti}) طبق رابطه (۷) تعیین می‌شود.

$$S_{ijk} = \frac{Q_{ijk}}{\overline{\overline{A}}^{\,b}_{ijk}} \qquad (۷)$$

در این رابطه:

S_{ijk} = دبی اوج سالیانه استاندارد k در طبقه i و ایستگاه j، Q_{ijk} = دبی اوج سالیانه ایستگاه j در طبقه i و ایستگاه- سال k، $\overline{A}_{ijk}$ = میانگین وزنی سطح در ایستگاه- سال k و طبقه i و ایستگاه j می باشد.

مقادیر S_{ijk} (سیلاب استاندارد شده با دوره برگشت tساله) در هر طبقه با برازش منحنی‌های تناوب سیل و یا با استفاده از یک فرمول تجربی تعیین خواهد شد. سپس برای محاسبه دبی اوج با دوره برگشت t ساله، مقادیر S_{ijk} به‌دست آمده از رابطه زیر غیر استاندارد خواهد شد:

$$Q_{ti} = S_{ti}(\overline{A_i})b \qquad (۸)$$

در این رابطه، Q_{ti} دبی سیلاب با دوره برگشت t در طبقه i و $\overline{A}_i$ میانگین وزنی سطح در طبقه i و S_{ti} دبی سیلاب استاندارد شده در طبقه i می باشد. میانگین وزنی سطح در طول تکرار ثابت خواهد ماند ولی مقادیر Q_{ti} در هر تکرار تغییر خواهد کرد تا توان ثابت گردد. توان جدید در هر دوره برگشت طبق رابطه زیر به‌دست می آید:

$$bt = \frac{\sum_{i=1}^{F} \overline{A}iQ_{ti} - \frac{\sum_{i=1}^{F} Ai \sum_{i=1}^{F} Oti}{F}}{\sum_{i=1}^{F} \overline{A}_i^2 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{F} Ai\right]^2}{F}} \qquad (۹)$$

تکرار دوم فرایند هیبرید از رابطه (۷) شروع می شود و در این مرحله به جای مقادیر b، که قبلاً یک بود مقادیر جدیدی برای آن فرض می شود و از رابطه (۹) مقدار جدیدی برای b_t محاسبه خواهد شد. در مرحله بعد b_t محاسبه شده را به جای b=1 قرار داده فرایند تکـرار به همین صورت ادامه پیدا می کند تا توان b ثابت شود (یا به عبارتی تغییرات b_t به حدود ۰/۱٪ برسد) در این حالت مقدار آخری b را به عنوان توان سطح در نظر گرفته می شود. اگر بعد از چندین مرحله تغییرات b_t به ۰/۱٪ نرسید و از یک روند منطقی پیروی نکرد، عامل مربوطه که در اینجا سطح است از ادامه عملیات کنار گذاشته خواهد شد. و می‌توان نتیجه گرفت رابطه خطی بین عوامل مربوطه و دبی وجود نخواهد داشت. در این تحقیق مولفه b بعد از سه تکرار ثابت شد که مقادیر نهایی آن در جدول (۱) آمده است.

جدول۱- مقادیرb در تکرار آخر در مناطق مورد مطالعه

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
B	۰/۰۱۴۶	۰/۰۴۱۶	۰/۰۶۷۴	۰/۰۹۷۲	۰/۱۰۷۵	۰/۱۴۱۵	۰/۱۷۷۷

به منظور تعیین توان C (عامل دوم) که در اینجا ارتفاع متوسط حوضه در نظر گرفته شده است، مانند حالت قبل که در تعیین b انجام شد اجرا خواهد شد. فقط عامل مساحت و توان آن را که در حالت قبل محاسبه کرده در معادله قرارداده و سایر عوامل (D,C,...) را برابر یک در نظر می‌گیریم و همه مراحل عملیات همانند قبل خواهد بود. یک تفاوت دیگر که این قسمت با مرحله قبلی دارد این است که باید به‌جای مقادیرQ_{ijk} محاسباتی در مرحله قبل در این‌حالت مقادیرS_{ijk} (جدول۲) که در آخرین تکرار عامل اول(مساحت) به‌دست آمده به‌کار برد. مطابق روش یادشده ادامه پیدا کرد که پس از چندین تکرار توان مربوط به ارتفاع متوسط حوضه (C) فقط در دوره بازگشت دو سال و پنج سال ثابت گردید و در بقیه دوره بازگشت‌ها ثابت نگردید(جدول۳).

جدول۲- مقادیر S_{ijk} درنواحی مورد مطالعه در تکرار آخر

S_{ijk}	طبقه یک	طبقه دو	طبقه سوم
۲	۱۴/۶۳۹	۲۶/۶۲۶	۳۱/۴۴۹
۵	۳۵/۴۹۴	۶۱/۷۰۶	۷۲/۰۷۸
۱۰	۵۲/۷۸۱	۸۶/۱۱۲	۹۸/۰۵۹
۲۰	۷۰/۰۹۸	۱۰۵/۸۴۵	۱۱۶/۸۱۸
۲۵	۷۵/۵۰۵	۱۱۱/۰۵۵	۱۲۱/۱۲۷
۵۰	۹۱/۳۳۶	۱۲۳/۳۳۱	۱۲۹/۲۲۱
۱۰۰	۱۰۵/۱۲۷	۱۲۹/۶۸۷	۱۲۹/۹۲۳

جدول۳ - مقادیرc در نواحی مورد مطالعه در تکرار آخر

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
C	-۰/۰۴۱۷	-۰/۰۷۴۰۷	-	-	-	-	-

به منظور تعیین توان$D(e)$،که در اینجا بارندگی متوسط سالیانه در نظر گرفته شده بود مانند روند تعیین مؤلفه d انجام شد که مقادیر به‌دست آمده برای تمام دوره‌های بازگشت مقادیر غیر منطقی و غیر معقول بودند و تکرار فرا یند هیبرید نشان داد که حتی بعد از۶ تکرار ، مؤلفه e ثابت نمی‌گردد. علاوه بر این عوامل شیب متوسط حوضه، ضریب گراولیوس، طول آبرا هه‌ها، تراکم زهکشی و طول حوضه نیز مورد بررسی قرار گرفت که توان‌های این مؤلفه‌های در نظر گرفته شده بعد از چندین تکرار ثابت نشد، که این مسئله نشانگر این است که عامل سطح در منطقه مزبور و همچنین ارتفاع متوسط سالیانه در دوره بازگشت‌های دو و پنج سال از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است؛ به‌طوری‌که این دو اجازه ورود عوامل دیگر را در مدل نداده‌اند.

پس از اینکه عوامل b و c تعیین شدند مقدار ثابت a تعیین گردید. به این ترتیب که با در نظر گرفتن یک ایستگاه و وارد کردن مشخصات آن در هر مدل برای دوره برگشت‌های مختلف معادله ای به صورت:

$$Q_t = a \times A^b \times B^c \qquad (10)$$

به‌دست می‌آید و در نهایت ضریب ثابت برای هر مدل تعیین می‌شود. سپس مدل‌های منطقه‌ای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های ۲،۵،۱۰،۲۰،۲۵،۵۰ و ۱۰۰ سال طبق روش هیبرید تعیین شدند (جدول۴).

جدول۴- مدل‌های منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید

دوره بازگشت	مدل
۲	$Q_{۲}=۳۸/۹۶۰۴A^{۰/۰۱۴۶۸۸}H^{-۰/۰۴۱۷۶}$
۵	$Q=۶۵/۷۱۸۱\ A^{۰/۰۴۱۶۵۵}H^{-۰/۰۷۴۴۰۷}$
۱۰	$Q_{۱۰}=۷۳/۶۷۸۵A^{۰/۰۶۷۴۰۵}$
۲۰	$Q_{۲۰}=۹۱/۱۳۲۳A^{۰/۰۹۷۲۵۲}$
۲۵	$Q_{۲۵}=۹۶/۷۸۴۹A^{۰/۱۰۷۵۸۲}$
۵۰	$Q_{۵۰}=۱۱۵/۳۲۹۷A^{۰/۱۴۱۵۶۹}$
۱۰۰	$Q_{۱۰۰}=۱۳۷/۲۱۲۹A^{۰/۱۷۷۷۵}$

A= مساحت حوضه (کیلومتر مربع) H= ارتفاع متوسط حوضه (متر) Q= دبی پیک با دوره بازگشت‌های مختلف(متر مکعب بر ثانیه)

نتایج

مقایسه مدل‌های روش سیل شاخص

با یک دید کلی به دو دسته رابطه ارائه شده در می‌یابیم که روابط ارائه شده در مناطق همگن مقادیر ضریب تعیین بالاتر و اشتباه استاندارد تخمین کمتر نسبت به رابطه ارائه شده برای کل منطقه دارند.

همچنین برای ارزیابی مدل‌ها از روش RMSE استفاده شد. به این منظور ۳ ایستگاه آیرقایه، دهبار و سنگ دیوار به عنوان ایستگاه شاهد انتخاب گردید. با بررسی جدول(۵) برای سه ایستگاه شاهد به‌خوبی مشهود است که مقدار خطا در دو ایستگاه لائین سو- سنگ دیوار و آیرقایه در مناطق همگن کمتر است. ولی در مورد ایستگاه دهبار خطای دبی برآوردی در مدل کلی منطقه کمتر از خطای مدل گروهبندی شده آن است و حتی مقادیر دبی برآوردی منفی نیز در بین آنها مشاهده شد و به‌خوبی شاهد این مدعاست که مدل‌های ارایه شده در مناطق همگن برای برآورد جریان برای این حوضه کاربرد ندارد.

جدول ۵ - مقادیر RMSE روش سیل شاخص در کل منطقه و مناطق همگن

کد ایستگاه منتخب	کل منطقه	مناطق همگن
لائین سو	۲/۴۷۹۴	۱/۶۷۸۷
دهبار	۲/۵۶۲۷	۳/۶۳۷۵
آیرقایه	۲/۲۸۵۴	۱/۹۲۴۷

مقایسه مدل‌های آنالیز منطقه‌ای سیلاب

مقایسه دو روش شاخص سیلاب و هیبرید در سه طبقه‌ای که برای روش هیبرید مشخص شده بود به طور جداگانه انجام گرفت. مراحل انجام عملیات به این صورت بود که از هر طبقه یک ایستگاه را که وضعیت آماری مناسبی داشت (داده‌های مشاهده‌ای کافی و کمترین کمبود آمار) انتخاب شد. ایستگاه‌های منتخب در سه طبقه یادشده عبارتند از: شصت دره(در طبقه مساحتی یک)،فریزی- موشنک(طبقه مساحتی دو) و ششطراز (طبقه مساحتی سه) سپس در سه ایستگاه مذکور اقدام به برآورد مقادیر تخمینی دبی بر اساس سه روش ارائه شده گردید. با استفاده از آزمون خطا مقادیر متوسط خطای مدل‌های سیل شاخص و هیبرید در سه ایستگاه مزبور به طور جداگانه تعیین شد که در جدول‌های (۶،۷،۸) آورده شده است:

جدول۶- مقایسه مقادیر خطای متوسط مدلهای سیل شاخص و هیبرید در ایستگاه شصت دره

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
سیل	/۹۲۷	۰/۶۸۵	۰/۸۵۷	۱/۱۳۴	۱/۴۲۹	۲/۱۶۷	۲/۶۷۴
هیبرید	۰/۴۴۶	۰/۰۹۱	۰/۲۴۲	۰/۱۵۵	۰/۱۳۱	۰/۱۸۲	۰/۱۸۰

جدول۷- مقایسه مقادیر خطا ی متوسط مدلهای سیل شاخص و هیبرید در ایستگاه فریزی-موشنک

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
سیل شاخص	۰/۶۶۵	۰/۵۴۲	۰/۶۵۸	۰/۸۷۶	۰/۹۶۷	۱/۶۸۷	۲/۱۴۷
هیبرید	۰/۰۰۷	۰/۰۴۳	۰/۷۲۲	۱/۰۸۰	۱/۲۱	۱/۷۰۹	۲/۴۵۱

جدول۸- مقایسه مقادیر خطای متوسط مدلهای سیل شاخص و هیبرید در ایستگاه ششطراز

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
سیل شاخص	۱/۳۲۸	۱/۳۶۴	۱/۹۵۴	۱/۸۷۹	۲/۱۰۲	۳/۳۸۷	۲/۸۵۴
هیبرید	۰/۹۲۶	۰/۲۱۷	۰/۷۰۲	۰/۶۸۶	۰/۶۹۰	۰/۷۵۱	۰/۹۱۹

بحث و نتیجه گیری

در مورد مدل‌های ارائه شده به روش سیل شاخص، معادلات ارائه شده در مناطق همگن دارای خطای استاندارد کم و ضریب تعیین بالاتری نسبت به مدل ارائه شده برای کل منطقه می‌باشند. همچنین در مقایسهRMSE سه ایستگاه شاهد، اهمیت و ضرورت ایجاد مناطق همگن در مقایسه با مدل‌های کلی منطقه مشهود می‌باشد. شاید جواب ندادن ایستگاه دهبار به نوع روش همگن‌بندی، همچنین معیارهای تفکیک مناطق همگن، پراکندگی ایستگاه‌های مورد بررسی، خطاهائی که در ثبت داده‌های دبی و ویژگی‌های فیزیوگرافی وجود دارد، مربوط باشد.

در بررسی‌های مختلف که توسط محققین در دنیا صورت گرفته اهمیت مناطق همگن هیدرولوژیک در افزایش دقت انتقال اطلاعات از مناطق دارای آمار به مناطق بدون آمار و همچنین افزایش دقت و کارآیی مدل‌های تحلیل منطقه‌ای بیان و اثبات شده است.

مقایسه دو روش هیبرید و سیل شاخص (جداول ۶ ،۷ و۸) نشان داد که فقط در ایستگاه فریزی – موشنک (طبقه مساحتی دو) در دوره بازگشت بالاتر از ده سال روش سیل شاخص از روش هیبرید دقت بیشتری دارد و در دو ایستگاه ششطراز و شصت دره روش هیبرید نسبت به روش سیل شاخص در تمامی دوره بازگشت‌ها دقت بیشتری دارد. مقایسه مقادیر خطا در مورد روش هیبرید (جدول‌های۶،۷ و ۸) در سه طبقه مساحتی ، مشخص می‌شود که در طبقه مساحتی دوم (۱۵۰-۵۵۰ کیلو متر مربع) روش هیبرید دارای دقت بیشتری نسبت به دو طبقه مساحتی دیگر است. یکی از مزیت‌های روش هیبرید این است که می‌توان تعداد ایستگاه‌های هیدرومتری بیشتری نسبت به دیگر روش‌های تحلیل منطقه‌ای سیلاب در نظر گرفت. در منطقه مطالعاتی ۵۰ ایستگاه هیدرومتری برای ارایه مدل به روش هیبرید استفاده شد ولی در روش سیل شاخص از ۱۸ ایستگاه هیدرومتری استفاده گردید.

بنابراین با توجه به نتیجه جدول‌های ۶،۷ و ۸ مشخص می‌شود که روش هیبرید نسبت به روش سیل شاخص در شرق و شمال شرق ایران در تمامی دوره بازگشت‌ها دقت بیشتری دارد و می‌توان از مدل‌های ارایه شده این روش در منطقه مورد مطالعه استفاده کرد.

در تحقیقی که جالمارسون (۱۹۹۰) در ایالت نوادای آمریکا انجام داد دو عامل مساحت و ارتفاع متوسط حوزه وارد مدل شدند.

چاوشی (۱۳۷۸) مطالعه‌ای که در مرکز ایران انجام داد دو پارامتر مساحت و ارتفاع متوسط حوضه در تمامی دوره بازگشت‌ها وارد مدل شدند و در مقایسه این روش با رگرسیون به این نتیجه رسید که برای دوره بازگشت‌های کم تا متوسط، مقادیر در صد خطا طبق روش هیبرید در مقایسه با روش رگرسیون کمتر است.

نجاتی (۱۳۷۸) به بررسی کاربرد روش هیبرید در حوزه کرخه در مقایسه با روش سیل شاخص پرداخت؛ که در مدل پیشنهادی هیبرید عامل سطح حوضه در تمامی دوره بازگشت‌ها وارد مدل شدند و به این نتیجه رسید که مدل هیبرید در تمامی دوره بازگشت‌ها دقت کمتری نسبت به روش سیل شاخص در منطقه مورد مطالعه دارد. سیف (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای که در جنوب غربی ایران به روش هیبرید انجام داد، عوامل سطح حوضه، ارتفاع متوسط حوضه، بارندگی متوسط سالیانه، شیب متوسط حوضه و تراکم زهکشی در تمامی دوره بازگشت‌ها وارد مدل شدند. در مقایسه‌ای که با روش سیل شاخص و رگرسیون چند متغیره انجام داد براساس مقادیر خطای متوسط به این نتیجه رسید که روش هیبرید در دوره بازگشت کوتاه مدت (تا۲۰سال) دارای دقت بیشتری نسبت به دو روش دیگر است.

در تحقیق حاضر که در شرق و شمال شرق ایران انجام گرفت پارامتر مساحت در تمامی دوره بازگشت‌ها و پارامتر ارتفاع متوسط حوضه در دوره بازگشت‌های ۲ و ۵ ساله وارد مدل شدند و روش هیبرید در تمامی دوره بازگشت‌ها دارای دقت بیشتری نسبت به روش سیل شاخص می‌باشد.

GREHYS[1] (۱۹۹۶) در تحقیقی روش‌های مختلف آنالیز فراوانی سیل را با روش bootstrap و روش تجربی Bayes در ایالت کبک و انتاریو مقایسه کردند. در این تحقیق ۶ روش شناخت حوضه‌های همگن به نام‌های ناحیه اثر (روش Burn)، ناحیه اثر اصلاح شده، ناحیه اثر برای مناطق فاقد ایستگاه اندازه‌گیری، آنالیز همبستگی کانونی، آنالیز همبستگی و سلسله مراتب تصاعدی و روش گشتاور وزنی و همچنین ۸ روش تخمین منطقه‌ای، روش POT بر اساس رگرسیون چندگانه مستقیم، آنالیز گشتاور وزنی منطقه‌ای، روش رگرسیون، مدل POT/GP[2] شاخص سیل، مدل POT/EXP[3] شاخص سیل مقایسه و نتیجه گرفته شد که نمی‌توان انتظار داشت که بهترین مدل جهانی برای آنالیز فراوانی سیل پیدا شود.

تقدیر و تشکر

این تحقیق با همکاری مالی معاونت پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد که به این وسیله از ایشان تقدیر و تشکر به عمل می آید. همچنین از سازمان تحقیقات منابع آب به دلیل در اختیار گذاشتن آمار و اطلاعات مورد نیاز قدردانی می‌گردد.

---

[1] -Groupe de Recherche en Hydrologie Statistique (GREHYS)

[2] -Peaks over Threshold/Generalized Pareto

[3] - Exponential

منابع

۱- بزرگنیا ابولقاسم، علیزاده، نقیب زاده م، خیابانی ح.(مترجمان)" تحلیل فراوانی وقایع و ریسک در هیدرولوژی، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد،۱۳۶۹.

۲- چاوشی بروجنی ستار، سید سعید اسلامیان، ۱۳۷۸. تخمین دبی سیل با تناوب مختلف در حوزه آبخیز زاینده رود طبق روش هیبرید، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، شماره دوم ص ص ۱۱-۱.

۳- روحانی حامد،۱۳۸۰. تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید درمناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: خراسان). پایان نامه کارشناسی ارشد بیابانزدائی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۴ - طرح جا مع آب کشور، همنهاد، شرکت مهندسین مشاور جاماب وابسته به وزارت نیرو، ۱۳۷۰ .

۵- سیف علی، ۱۳۸۰. بررسی روش ترکیبی داده‌ها در برآورد دبی سیلاب بخشی از جنوب غربی کشور. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس .

۶- غلامی عباس، محمد مهدوی، محمد رضا قنادها و مهدی وفاخواه، ۱۳۸۰. بررسی توزیع‌های احتمالی مناسب برای دبی‌های حداقل، میانگین و حداکثر با استفاده از روش گشتاورL (مطالعه موردی: استان مازندران)، مجله منابع طبیعی ایران (۵۴): ۳۵۴ -۳۴۵.

۷- نجاتی آرش، ۱۳۷۸. استفاده از روش هیبرید در زیر حوزه‌های رودخانه کرخه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۸- هنربخش افشین،۱۳۷۴. آنالیز منطقه‌ای سیلاب در حوزه‌های آبخیز دریاچه نمک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

9-Brison G.and F. Bates, 1998. Climatic and physical factors that influence the homogeneity of regional floods in southeastern Australia.34:3369-3380.

10- Group de recherche an hydrologic statistque (GREHYS), 1996. Inter comparison of regional flood frequency procedures for Canadian rivers. Journal of Hydrology, 186: 85-103.

11- Hjalmarson, H.W. & Thomas, B.E, 1990.New look at regional flood frequency relation for stream with many years of no flow. American Society of Civil Engieerings.New York, 483-488pp.

12- Hjalmarson, H.W. & Thomas, B.E, 1992. New look at regional flood frequency relations for arid lands. J.Hydrol. Eng., 118(6):868-886.

13-Kuczora,G.,1999.A comprehensive at-site flood frequency analysis using Monte Carlo Bayesian inference.Water Resource Research,35(5):1551-1557.

14- Lettenmaier, D.P., J.R.Walli & E.F.Wood, 1987. Effect of regional heterogeneity and flood frequency estimation. Water Resource Research, 23(2): 313-323.

15- Pitilick,J.,1994. Relation between peak flows, precipitation & physiography for five mountainous regions in the Western U.S.A. Journal of Hydrology, 158:219-240.

Flood Frequency Analysis Using Hybrid Method in Khorasan Province, Iran

M. Mohseni Saravi[1] H. Rouhani[2] A.Telvari[3] G. Zehtabian[4]

Abstract

In water resources management and flood forecasting, making reliable predictions become crucial. There are many ungauged watersheds in arid and semi-arid regions of Iran that need suitable method to estimate peak discharge. One of the methods for flood frequency analysis in arid and semi-arid regions is Hybrid Method. This study was carried out to evaluate Hybrid Method for estimating peak flows in east and northeast of Iran and compare this method with index flood method. At first, the test regional distribution function (Log Pearson) was fitted and inststaneous peak discharges with different return periods were calculated. Using factor analysis the independent and important variables were determined. These factors include: area, mean elevation, drainage density and annual average rainfall. At the next stage, two regional hydrologic models were obtained and hydrologically homogene areas were determined with cluster analysis of data for Index flood Method.

According to Hybrid Method, the classification of groups was taken on the basis of area of each watershed and three homogene regions with various areas were determined.

Comparison of Hybrid Method with Index Method in Sheshtaraz station showed that only in return periods higher than 10 years, Index Method gives more accurate results. But in two other stations (Frizi and Shast-dareh), the results Hybrid method in all return periods showed more accuracy comparing to index Method.

Keywords: East and northeast of Iran, Hybrid method, Index flood, Homogene areas, Principal components analysis, Cluster analysis.

[1] *-Associate Prof., Univ. of Tehran*

[2] *-M.Sc. Graduate of Combat Desertification, Univ. of Tehran*

[3] *-Associate Researcher, Soil Conservation & Watershed Management Research Center*

[4] *-Professor, Univ. of Tehran*